

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

STEP-OUT DETECTING DEVICE IN CENTERLESS SYNCHRONOUS MOTOR

Patent Number: JP9294390
Publication date: 1997-11-11
Inventor(s): UEDA HIDEFUMI
Applicant(s):: YASKAWA ELECTRIC CORP
Requested Patent: ☐ JP9294390
Application Number: JP19960105908 19960425
Priority Number(s):
IPC Classification: H02P6/18 ; H02P6/12
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To detect step-out in any states such as high speed, large current, regenerative mode or stop condition by performing step-out detection when the effective value of current of a stator winding exceeds a judging level, and a power factor angle between the stator winding and a voltage applied to a stator winding has reached a particular value.

SOLUTION: An effective value of a current of a stator winding can be determined by detecting an instantaneous current value flowing the stator windings of V-phase and W-phase from current detectors 3 and 4. Also, based on the detected values detected from a DC power supply voltage detector, an arithmetic device 1 controls ON/OFF time to six power transistors, the arithmetic device 1 controls and detects the effective value of voltage applied to the stator windings, and the power factor angle between the voltage applied to stator windings and stator winding current can be determined. Therefore, when the effective value of current of stator winding exceeds the preset judging level and the power factor angle has a value close to 90 deg., the step-out detection can be performed for any state of step-out.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-294390

(43) 公開日 平成9年(1997)11月11日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 2 P 6/18
6/12

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 2 P 6/02

技術表示箇所

3 7 1 S

3 7 1 D

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平8-105908

(22) 出願日 平成8年(1996)4月25日

(71) 出願人 000006622

株式会社安川電機

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

(72) 発明者 上田 英史

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

株式会社安川電機内

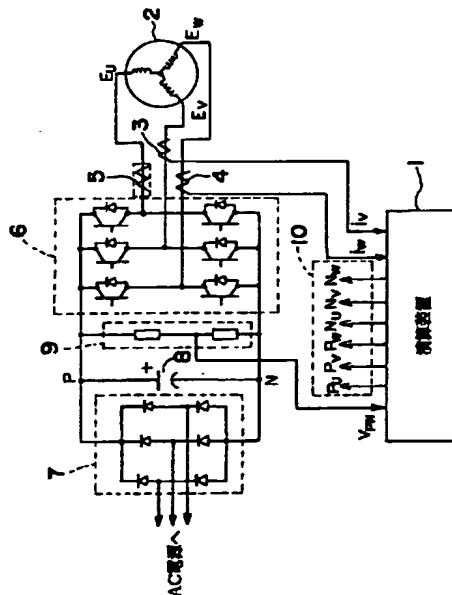
(74) 代理人 弁理士 小堀 益

(54) 【発明の名称】 センサレス同期モータにおける脱調検出装置

(57) 【要約】

【課題】 高速・大電流・回生モード・停止状態のいずれの状態においても脱調を検出できる装置を提供する。

【解決手段】 3相交流電圧を固定子側巻線に印加し固定子巻線を通る電流と回転子側の永久磁石による磁界との相互作用によりトルクを発生し回転するセンサレス同期モータ(2)の駆動装置において、前記固定子巻線の電流実効値について判別レベルを設定し、前記固定子巻線の電流実効値が前記判別レベルを越え、かつ前記固定子巻線に印加されている電圧と固定子巻線電流との間の力率角が 90° に近い値となった場合に脱調検出をする手段(1)を備えたセンサレス同期モータにおける脱調検出装置。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 3相交流電圧を固定子側巻線に印加し固定子巻線を通る電流と回転子側の永久磁石による磁界との相互作用によりトルクを発生し回転するセンサレス同期モータの駆動装置において、前記固定子巻線の電流実効値について判別レベルを設定し、前記固定子巻線の電流実効値が前記判別レベルを越え、かつ前記固定子巻線に印加されている電圧と固定子巻線電流との間の力率角が 90° に近い値となった場合に脱調検出をする手段を備えたことを特徴とするセンサレス同期モータにおける脱調検出装置。

【請求項2】 力率角の検出において、各固定子巻線への印加電圧瞬時値として各端子部から端子電圧検出器により直接検出した値を使用することを特徴とする請求項1記載のセンサレス同期モータにおける脱調検出装置。

【請求項3】 力率角 ϕ を

$$\phi = \cos^{-1} \{ v_{PN} \cdot i_{dc} / (3 \cdot E \cdot i) \}$$

ここで v_{PN} : 直流電圧検出値、 i_{dc} : 直流分、 E : 固定子巻線に印加している電圧の実効値、 i : 固定子巻線の電流実効値から検出することを特徴とする請求項1または2記載のセンサレス同期モータにおける脱調検出装置。

【請求項4】 電流実効値を検出する手段は、センサレス同期モータを駆動するインバータを構成する上下段のトランジスタのうち一方の段のトランジスタがオンしている瞬間に、そのオンしている相の固定子巻線を通る瞬時電流値を検出することを特徴とする請求項1～3項のいずれかの項に記載のセンサレス同期モータにおける脱調検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、センサレス3相交流同期モータの駆動装置におけるセンサレス同期モータの脱調検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、センサレス同期モータにおける脱調検出方法としては、駆動装置を矩形波駆動方式とし、無通電相の巻線端子に表れる同期モータの誘起電圧と同期モータの中性点電圧との比較から生成される通電切替信号の発生時間間隔において、前もって設定している時間間隔と実測した時間間隔とを比較し、実測した時間間隔が短い場合に脱調を検出する、図8に示すような方法（特開平3-207290号公報）や直流電圧回路とスイッチング回路との間に流れる電流が通常と逆方向に流れた場合に脱調を検出する図10に示すような方法（特開平7-87782号公報）が提案されている。図8において、41はインバータを構成するスイッチング素子群、42はブラシレスモータ、43は位置検出回路制御装置、44は通電切替信号発生時間検出器、45はマイクロコンピュータである。通電切替信号発生時間検出器

44は、位置検出回路制御装置43からのスイッチング素子群41の回転信号の一部を入力とし、ある回転信号の出力時からその次の回転信号の出力までの時間を計測してマイクロコンピュータ45にそのデータを送る。マイクロコンピュータ45は通電切替信号発生時間検出器44よりある回転信号の出力時からその次の回転信号の出力までの時間を受け取り、内部に記憶している時間設定データと比較して検出時間が短いと、脱調と判断する。その後、脱調の再起動の制御をする。図10において、51は直流ブラシレスモータ、52はインバータ回路、53は整流回路、54は平滑コンデンサ、55はシャント抵抗である。56はモータ51のロータの位置を検出するための位置検出回路であり、3相の比較器を有している。比較器の出力が制御部57に出力され、制御部57はモータ51の相巻線にそれぞれ誘起する電圧をロータ位置検出部の比較器を通して監視し、その誘起電圧の変化を基にロータの位置を検出しながらインバータ回路52の各トランジスタに対する駆動信号を作成する。インバータ回路52におけるシャント抵抗55の両端に、順方向電流検知回路59及び逆方向電流検知回路60からなる電流検知回路58が接続される。順方向電流検知回路59及び逆方向電流検知回路60は、それぞれ、シャント抵抗55に流れる順方向及び逆方向の電流を検知し、それぞれ、設定値を超えているか否かを判定する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 図8に示す従来の方法においては、無通電用の端子に表れる誘起電圧から通電切替信号を得ているが、この誘起電圧はインバータ回路部52の上アーム、下アーム両トランジスタOFF後、転流ダイオードを流れる転流電流が存在する間は検出できず、この転流電流が消滅して初めて検出可能となる。この動作を図9に示す説明図により説明すると、例えばw相を流れる通常電流は、図9(a)に示すように上アームのトランジスタ P_w と下アームのトランジスタ N_v がオンのときに流れ、図9(b)に示すように、w相の上下両トランジスタオフ後、w相の転流ダイオードを流れるw相の転流電流が消滅すると、w相端子に誘起電圧が表れる。ところが、同期モータが高速で回転する場合や、固定子巻線に流れる電流が大きい場合には、上アーム、下アーム両トランジスタOFFの全期間中、転流電流が存在し、従って誘起電圧を検出できず通電切替信号も得られず脱調も検出できないという問題があった。また、後者の方法においては、図10に示す電流の流れる方向の変化から脱調の検出を行うため、同期モータの回転方向と逆方向のトルクを発生する回生モードとなる運転状態がある時、この場合も電流の流れる方向が通常と逆になるので脱調検出との区別ができず、また脱調停止状態では検出できないという問題があった。そこで本発明が解決すべき課題は、高速・大電流・回生モード・停

止状態のいずれの状態においても脱調を検出できる装置を提供することにある。

【0004】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するため、本発明のセンサレス同期モータにおける脱調検出装置は、3相交流電圧を固定子側巻線に印加し固定子巻線を流れる電流と回転子側の永久磁石による磁界との相互作用によりトルクを発生し回転するセンサレス同期モータの駆動装置において、

前記固定子巻線の電流実効値について判別レベルを設定し、前記固定子巻線の電流実効値が前記判別レベルを越え、かつ前記固定子巻線に印加されている電圧と固定子巻線電流との間の力率角が90°に近い値となった場合に脱調検出をする手段を備えたものである。力率角の検出においては、各固定子巻線への印加電圧瞬時値として各端子部から端子電圧検出器により直接検出した値を使用することができる。力率角 ϕ を

$$\phi = \cos^{-1} \{ v_{PN} \cdot i_{dc} / (3 \cdot E \cdot i) \}$$

ここで v_{PN} :直流電圧検出値、 i_{dc} :直流分、 E :固定子巻線に印加している電圧の実効値、 i :固定子巻線の電流実効値から検出することができる。電流実効値を検出する手段は、センサレス同期モータを駆動するインバータを構成する上下段のトランジスタのうち一方の段のトランジスタがオンしている瞬間に、そのオンしている相の固定子巻線を流れる瞬時電流値を検出することができる。

【0005】

【発明の実施の形態】以下、本発明の第1実施例を図1に基づいて説明する。図1において、1は演算装置、2はセンサレス同期モータ、3、4、5は第1の検出手段である電流検出器、6はインバータ部、7はコンバータ部、8は直流電源の平滑コンデンサ、9は第2の検出手段である直流電源電圧検出器、10はインバータ部6における6個のパワートランジスタそれぞれへのオン/オフ用ドライブ信号である。次に動作について説明する。まず電流検出器3、4より v 相と w 相の固定子巻線を流れる瞬時電流値 i_v 、 i_w を検出する。なお、説明のため v 相と w 相としたが、いずれの2相の組合せでも、あるいはまた3相全てを使用した場合でも同様である。ここで固定子巻線電流実効値 i は例えば

$$i = \{ (i_w)^2 / 2 + (i_w + 2 \cdot i_v)^2 / 6 \}^{1/2}$$

から検出できる。また直流電源電圧検出器より検出した検出値に基づき、演算装置1が6個のパワートランジスタへのオン/オフ時間を制御することで、演算装置1は、固定子巻線に印加している電圧の実効値 E を制御・検出でき、さらに瞬時値 i_v 、 i_w を検出した瞬間の各固定子巻線への印加電圧 E_u 、 E_v 、 E_w をも制御・検出できる。この E_u 、 E_v 、 E_w 、 i_v 、 i_w から、固定子巻線に印加している電圧と固定子巻線電流との間の力率角 ϕ は例えば

$$\cos \phi = (E_v \cdot i_v + E_w \cdot i_w + E_u \cdot (-i_v - i_w)) / (3 \cdot E \cdot i)$$

$$\phi = \cos^{-1} [(E_v \cdot i_v + E_w \cdot i_w + E_u \cdot (-i_v - i_w)) / (3 \cdot E \cdot i)]$$

から検出できる。

【0006】センサレス同期モータが図2(a)に示すようにピークをトルクポイントを越えて脱調状態へと移行する際、図2(a)に示すように、必ず同期モータの出力トルクがゼロとなるポイントを通過する。この出力トルクがゼロとなるポイント付近では、図2(c)に示すように力率角は90°に近い値となり、かつ固定子巻線電流の実効値 i は大きな値となる。一方、同期状態で出力トルクがゼロに近い場合、図2(b)に示すように固定子巻線電流実効値 i は通常小さな値となるが、図2(c)に示すように力率角は90°に近い値となるので、力率角だけでは脱調検出の判別ができない。そこで固定子巻線の電流実効値 i について判別レベルを設定し、固定子巻線の電流実効値 i がこの判別レベルを越えかつ力率角 ϕ が90°に近い値となった場合に脱調検出をする。停止状態でも同様に検出できる。

【0007】次に本発明の第2の実施例を図3に基づいて説明する。図3において1~10の各部は図1と同様であり、11は第2の検出手段である各固定子巻線への印加電圧を直接検出する電圧検出器である。次に第2の実施例の動作について説明する。固定子巻線電流の実効値 i の検出は第1の実施例と同様であるが、力率角 ϕ の検出において、各固定子巻線への印加電圧瞬時値が各端子部から端子電圧検出器11により直接検出した値を使用するところが第1の実施例と異なる。前記力率角 ϕ の検出手段を除くその他の内容は全て第1の実施例と同様となる。

【0008】次に本発明の第3の実施例を図4に基づいて説明する。図4において、21は第1の検出手段である電流検出器、22はローパスフィルタ部、23はピークホールド部である。その他の構成は第1の実施例と同様である。次に第3の実施例の動作について説明する。まず電流検出器21より図5(a)、(b)に示すような検出電流波形が得られる。この波形からローパスフィルタ部22により直流分 i_{dc} を抽出し、一方ピークホールド部23からはピーク電流値 i_p を抽出する。ここで i_p について、インバータ部6のPWM出力の1キャリア周期後との i_p をつなぎ合わせると図6に示すような電流波形が得られる。この図6の電流波形のピーク値を抽出する場合には抽出したピーク電流値 $i_{p(peak)}$ について固定子巻線電流実効値 i と $i_{p(peak)} = \sqrt{2} \cdot i$ よって $i = i_{p(peak)} / \sqrt{2}$ の関係にある。また例えば図6の電流波形の平均値を抽出する場合には、抽出した電流値 $i_{p(AVG)}$ について $i_{p(AVG)} = \{ (3\sqrt{2}) / \pi \} \cdot i$ よって $i = \{ \pi / (3\sqrt{2}) \} \cdot i_{p(AVG)}$ の関係にある。

従って上記のいずれで i_p を抽出しても固定子巻線電流

実効値 i を検出できる。また直流電源電圧検出器 9 より検出した直流電圧検出値 v_{PN} と、電流検出器 21 からローパスフィルタ部 22 より抽出した直流分 i_{dc} と、固定子巻線電流実効値 i と、固定子巻線への印加電圧実効値 E および力率角 ϕ について

$$v_{PN} \cdot i_{dc} = 3 \cdot E \cdot i \cdot \cos \phi$$

の関係がある。ここで固定子巻線への印加電圧実効値 E は演算装置 1 が直流電源電圧検出器 9 の検出値によりインバータ部 6 へのオン/オフドライブ信号 10 を直接制御することで制御できる。従って、演算装置 1 は、 E の

$$\cos \phi = \{v_{PN} \cdot i_{dc} / (3 \cdot E \cdot i)\}$$

よって $\phi = \cos^{-1} \{v_{PN} \cdot i_{dc} / (3 \cdot E \cdot i)\}$ から検出できる。以上検出した固定子巻線電流実効値 i と力率角 ϕ から脱調検出を行う手段は第 1 の実施例と同様である。また電流検出器 21 の位置については、例えば図 4 において直流電源の平滑コンデンサ 8 の正側 (図 4 の P 点) とインバータ部 6 との間に挿入しても同様の効果がある。

【0009】次に本発明の第 4 の実施例を図 7 に基づいて説明する。図 7 において、1~10 の各部は図 1 と同様であり 31 は電流検出器 32、33、34 からの検出値のサンプル・ホールド部である。次に第 4 の実施例の動作について説明する。電流検出器 32、33、34 の出力はインバータ部 6 の下段のトランジスタがオンしている間のみ検出器 32、33、34 に電流が流れるため、検出可能である。従って下段のトランジスタが 2 つオンしている瞬間、例えば v 相と w 相がオンしているとして、 v 相と w 相の固定子巻線を流れる瞬時電流値 i_v 、 i_w を検出する。この検出値に基づいて、固定子巻線電流実効値 i 及び力率角 ϕ の検出、さらに脱調検出手段については第 1 の実施例の場合と同様になる。また第 3 の実施例で固定子巻線への印加電圧検出手段のみ第 2 の実施例と同様にした装置、第 4 の実施例で固定子巻線への印加電圧検出手段のみ第 2 の実施例と同様にした装置も考えられる。

【0010】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、固定子巻線電流実効値、及びこれと固定子巻線への印加電圧との力率角とから脱調検出を行うため、センサレス同期モータが高速、大電流、回生モード、停止状態のいずれの状態でも脱調しても脱調検出できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施例のセンサレス同期モータ駆動装置のブロック図である。

【図 2】 センサレス同期モータの出力トルク、固定子巻線電流実効値、力率角の関係図である。

【図 3】 本発明の第 2 実施例のセンサレス同期モータ駆動装置のブロック図である。

【図 4】 本発明の第 3 実施例のセンサレス同期モータ駆動装置のブロック図である。

【図 5】 同実施例における電流検出器の検出波形図である。

【図 6】 同実施例における電流検出器の検出波形からピークホールド部により抽出できる電圧波形図である。

【図 7】 本発明の第 4 の実施例のセンサレス同期モータ駆動装置のブロック図である。

【図 8】 従来のセンサレスブラシレスモータの脱調検出機能付き駆動装置のブロック図である。

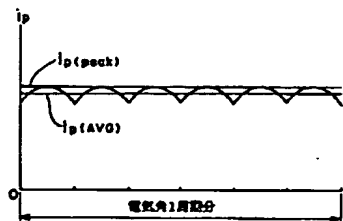
【図 9】 上下両トランジスタのオン/オフ後の転流ダイオードを流れる電流の説明図である。

【図 10】 従来のセンサレス同期モータの脱調検出機能付き駆動装置のブロック図である。

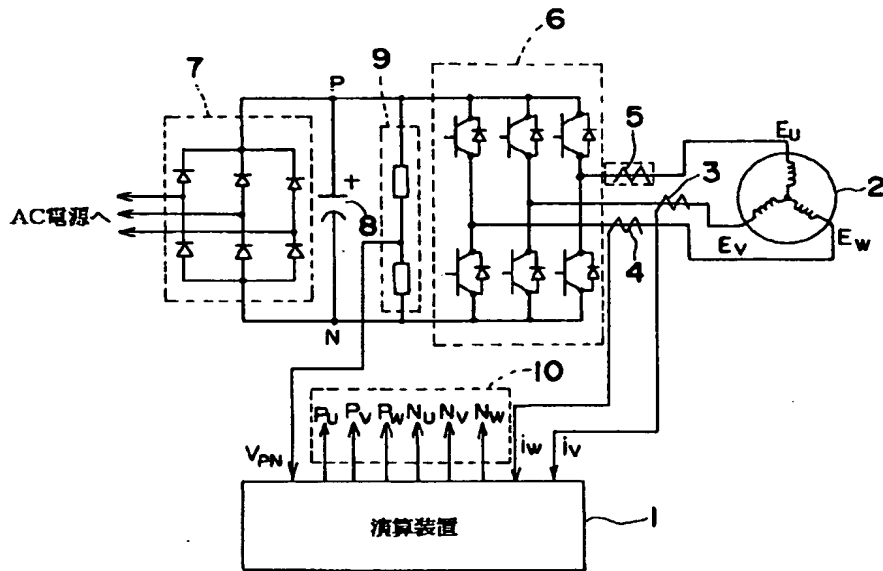
【符号の説明】

1 演算装置、2 センサレス同期モータ、3、4、5 電流検出器、6 インバータ部、7 コンバータ部、8 直流電源の平滑コンデンサ、9 直流電源電圧検出器、10 オン/オフ用ドライブ信号、11 端子電圧検出器、21 電流検出器、22 ローパスフィルタ部、23 ピークホールド部、31 サンプルホールド部、32、33、34 電流検出器

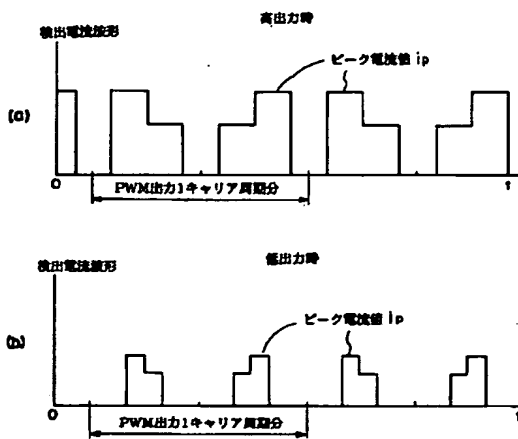
【図 6】



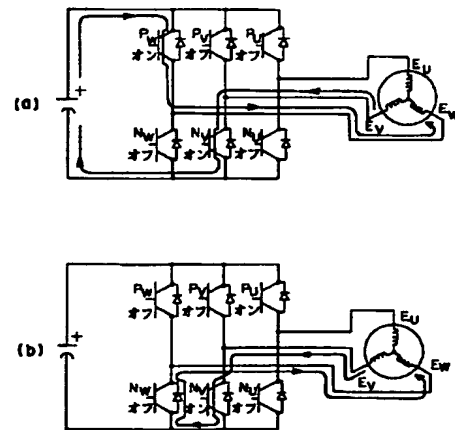
【図1】



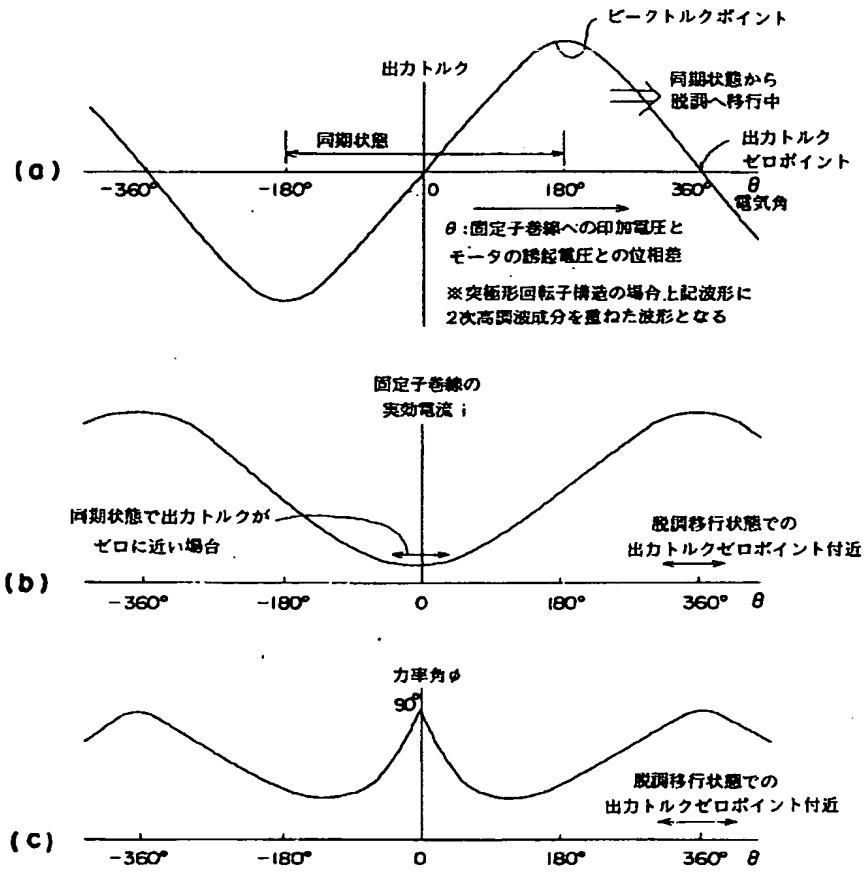
【図5】



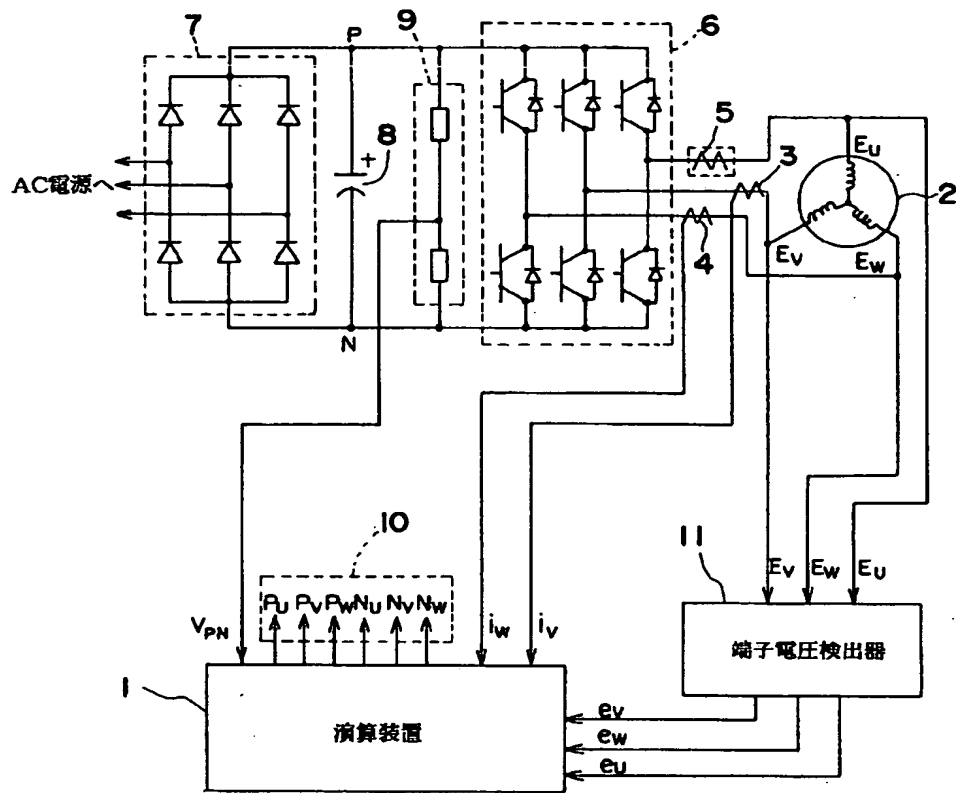
【図9】



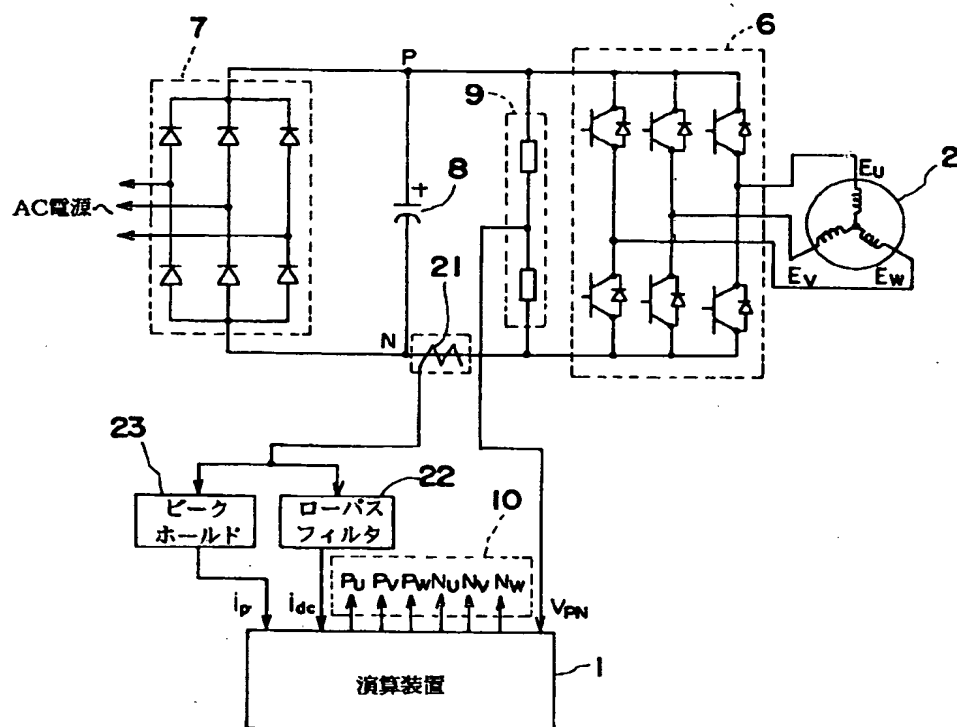
【図2】



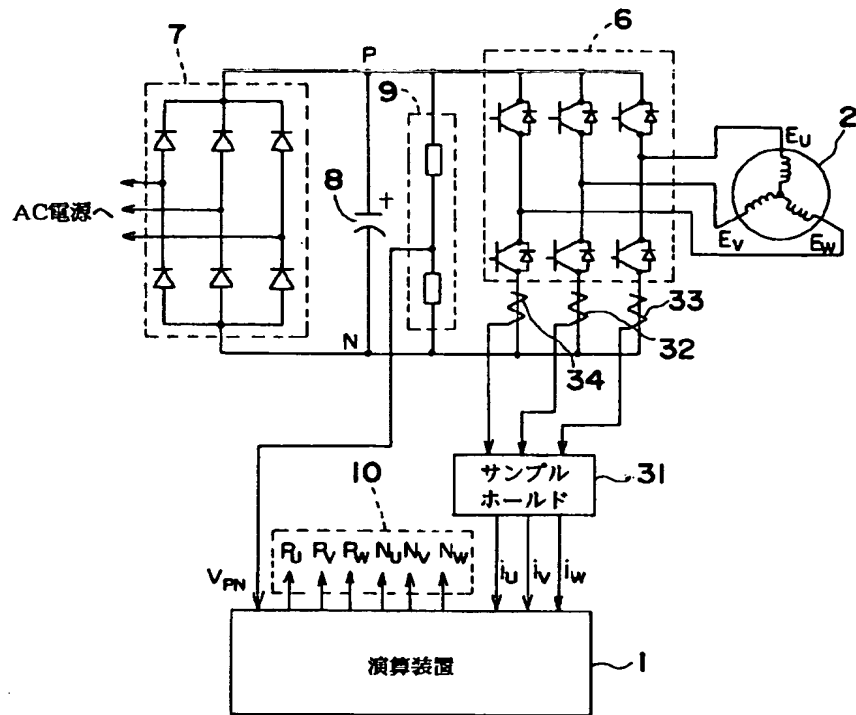
【図3】



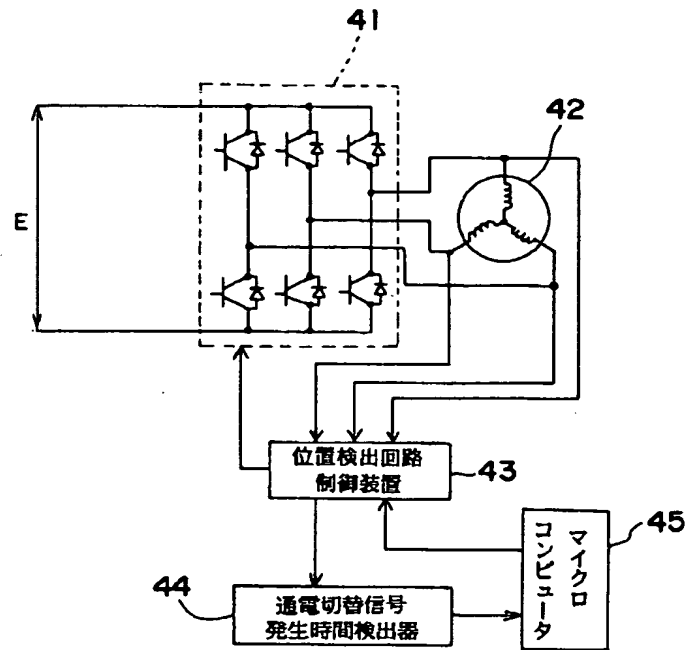
【図4】



【図7】



【図8】



【図10】

